



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANIELA VANESSA ARNDT

O DISCURSO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE O ENSINO DE
ELETROMAGNETISMO POR INVESTIGAÇÃO

PALOTINA
2018

DANIELA VANESSA ARNDT

O DISCURSO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE O ENSINO DE
ELETROMAGNETISMO POR INVESTIGAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências
Exatas, Setor Palotina, da Universidade Federal do
Paraná, como requisito parcial à obtenção do título
de Licenciatura em Ciências Exatas – Habilitação
em Física.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Siqueira Palcha

PALOTINA


2018

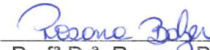
TERMO DE APROVAÇÃO

DANIELA VANESSA ARNDT

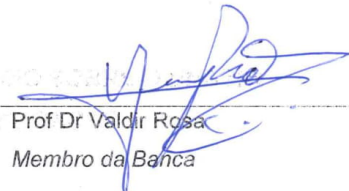
O DISCURS DOS ALUNOS DE ENSINO MÉDIO SOBRE O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO POR INVESTIGAÇÃO

Monografia apresentada como requisito parcial à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, Licenciatura em Ciências Exatas, Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:


Profª Drª Denise Trevisoli
Membro da banca


Profª Drª Rosana Balzer
Membro da Banca


Profª Drª Mara Fernanda Parisoto
Membro da Banca


Prof Dr Valdir Rosa
Membro da Banca

Palotina, 12 de Dezembro de 2018.

Palotina, 12 de Dezembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por todas as bênçãos recebidas.

Aos meus pais, Noemia e Rubin Arndt, por todo apoio e incentivo em cada etapa da minha vida, especialmente em minha graduação. Por serem meus maiores exemplos e inspiração para que eu me torne uma pessoa melhor a cada dia.

A minha irmã, Isabel Viviane Arndt, por ser minha maior incentivadora e sonhar esse sonho comigo.

Ao meu namorado Pedro Urnau, por confiar em meu potencial mesmo quando eu duvidava, por todo incentivo, compreensão e apoio emocional.

Aos meus familiares, que sempre me apoiaram, incentivaram a seguir meus sonhos.

Ao meu orientador, Prof. Leandro Siqueira Palcha, por estar sempre à disposição para auxiliar em todas as fases da construção deste trabalho, seja para orientar, seja para tranquilizar. Agradeço toda a paciência, dedicação e carinho para comigo nessa caminhada.

À minha amiga Elizangela Ratke, por ser um dos maiores presentes que recebi nessa graduação e por compartilhar comigo cada dificuldade e conquista.

A todos os meus amigos que me acompanharam nessa jornada, em especial aos meus amigos do Juca Tur, pela parceria e força em todos os momentos.

À direção, aos funcionários, professores e, principalmente, alunos que participaram deste estudo, por não medirem esforços para me auxiliar em todo o período em que o estudo se desenvolveu.

Por todos os professores que fizeram parte da minha caminhada ao longo destes quatro anos de graduação e que me serviram de incentivo e inspiração para continuar apaixonada por esta profissão apesar das adversidades.

Aos membros que compõe a banca examinadora deste trabalho, Prof.^a Dr.^a Rita de Cássia dos Anjos, Prof. Dr. Cássio Alves, Prof.^a Dr.^a Raquel Angela Speck e Prof. Prof. Me. Arthur William de Brito Bergold, por aceitarem o convite de analisar este estudo e por serem profissionais que me servem de inspiração para ensinar a Física.

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original.”*

(Albert Einstein)

RESUMO

O estudo do eletromagnetismo permite compreender os conceitos de carga elétrica, bem como de campo elétrico e magnético. Traz ainda um conhecimento relacionado a circuitos elétricos e eletrônicos, associado a presença da eletricidade e de aparelhos elétricos e eletrônicos no cotidiano. Nesse contexto, inúmeras pesquisas na área de ensino vêm sendo realizadas procurando superar e/ou tensionar as concepções de ensino expositivo que, muitas vezes, traduzem um ensino em que predomina a autoridade do professor, enquanto o aluno é tido como mero agente passivo no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, é necessário que os conteúdos do eletromagnetismo se relacionem a realidade concreta dos alunos. No que toca a este trabalho foi realizada uma pesquisa procurando analisar os sentidos que os alunos atribuem a uma proposta de ensino investigativa para os conhecimentos de eletromagnetismo. Para a fundamentação teórica, a pesquisa foi orientada por autores que reivindicam a perspectiva construtivista para o ensino escolar, particularmente ao que tange ao ensino de ciências por investigação. O objetivo geral deste trabalho é analisar os sentidos que alunos do Ensino Médio atribuem a uma proposta de ensino de eletromagnetismo por investigação. Em termos metodológicos, a pesquisa de natureza predominantemente qualitativa foi realizada com alunos do Ensino Médio, em uma escola da rede de ensino pública. A partir de uma Sequência de Ensino Investigativa foi construída a réplica de um aparato chamado “versorium”, produzido por Gilbert, em 1600. Os instrumentos de pesquisa foram um roteiro da sequência de ensino e um questionário. Para análise dos resultados, a pesquisa orientou-se pelo referencial de Análise de Discurso Francesa. Os resultados indicam a emergência de diferentes sentidos no discurso dos alunos que demonstram a ocorrência de uma aprendizagem investigativa por parte dos alunos, bem como o gosto dos alunos aprenderem os conhecimentos físicos por meio da resolução de problemas. Por fim, destacam-se possibilidades desta pesquisa de se analisar os sentidos atribuídos ao ensino investigativo do ponto de vista da formação de professores.

Palavras-chave: Análise de discurso. Aulas de Física. Metodologia de Ensino.

ABSTRACT

The study of electromagnetism allows to understand the concepts of electric charge, as well as electric and magnetic field. It also brings knowledge related to electrical and electronic circuits, associated with the presence of electricity and electrical and electronic devices in daily life. In this context, countless researches in the area of, teaching have been carried out seeking to overcome and / or intend the concepts of expositive teaching that often translate teaching in which the authority of the teacher predominates, while the student is considered as a mere passive agent in the process of teaching and learning. In addition, it is necessary that the contents of electromagnetism relate to the concrete reality of the students. With regard to this work, a research was carried out aiming to analyze the meanings that the students attribute to a proposal of investigative teaching for the knowledge of electromagnetism. For the theoretical basis, the research was guided by authors who claim the constructivist perspective for school education, particularly with regard to the teaching of research sciences. The general objective of this work is to analyze the meanings that high school students attribute to a proposal of teaching of electromagnetism by investigation. In methodological terms, research of a predominantly qualitative nature was carried out with high school students, in a school in the public school system. From an Investigative Teaching Sequence was constructed the replica of an apparatus called "versorium", produced by Gilbert, in 1600. The instruments of research were a script of the teaching sequence and a questionnaire. To analyze the results, the research was guided by the French Discourse Analysis framework. The results indicate the emergence of different meanings in students' discourse that demonstrate students' investigative learning, as well as students' ability to learn physical knowledge through problem solving. Finally, we highlight the possibilities of this research to analyze the meanings attributed to research teaching from the point of view of teacher education.

Keywords: Discourse analysis. Physics Classes. Teaching Methodology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 ELETROMAGNETISMO E ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: ARTICULAÇÕES TEÓRICAS.....	11
2.1 A HISTÓRIA DO ELETROMAGNETISMO.....	11
2.2 ENSINO E PESQUISA DE FÍSICA E DE ELETROMAGNETISMO NA ESCOLA	14
2.2.1 Aprendizagem de conhecimentos físicos por problemas.....	17
2.3 O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO.....	18
3 ESTRUTURA METODOLÓGICA E ANALÍTICA DA PESQUISA.....	22
3.1 O CONTEXTO DA PESQUISA.....	22
3.2 OS SUJEITOS DA PESQUISA.....	24
3.3 OS INSTRUMENTOS DE PESQUISA.....	24
3.2 O MÉTODO DE ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	24
4 O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO POR INVESTIGAÇÃO EM ANÁLISE....	25
4.1 RECORTE 1: ANÁLISE DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA.....	26
4.2 O ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO NA VISÃO DOS ALUNOS.....	31
4.2.1 Sobre a preferência por uma das etapas da SEI.....	33
4.3 ELETROMAGNETISMO NA PERSPECTIVA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: ESTABELECENDO ALGUMAS DISCUSSÕES.....	35
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS.....	39
APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	42
APÊNDICE 2 – ROTEIRO DAS AULAS.....	43
APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO.....	46

1 INTRODUÇÃO

A grande parte dos aparelhos e equipamentos que fazem parte do cotidiano necessita de energia elétrica para funcionar e, além disso, a transmissão de informações ocorre por meio de ondas eletromagnéticas, entretanto, poucas pessoas conseguem atribuir a devida associação destes conhecimentos à área da Física.

Halliday, Resnick e Walker (2006, p. 1), asseguram que:

Estamos cercados de aparelhos cujo funcionamento depende da física do eletromagnetismo, que é uma combinação de fenômenos elétricos e magnéticos. Essa física está presente em computadores, receptores de televisão, aparelhos de rádio, lâmpadas e até mesmo na aderência de um filme plástico a um recipiente de vidro. Essa física também explica muitos fenômenos naturais; não só mantém coesos todos os átomos e moléculas do mundo, mas também produz o relâmpago, a aurora e o arco-íris.

Nessa perspectiva, os conteúdos e elementos do Eletromagnetismo (SADIKU, 2012; YONG; FREEDMAN, 2009) encontram diferentes sentidos, mantidos ou aperfeiçoados, de acordo com as necessidades das práticas históricas, sociais e culturais. Isso mostra a importância de estudar o tema contextualizado ao cotidiano das práticas sociais.

Contudo, no contexto escolar, o ensino de Física tem-se mostrado pouco atraente aos alunos, quase sempre devido à linguagem matemática que dificulta a compreensão da ciência (PIETROCOLA, 2005; CARVALHO, 2010). Outra causa desta dificuldade pode ser associada ao modelo de ensino praticado na maioria das escolas, com conteúdos abstratos e descontextualizados. Estas dificuldades muitas vezes refletem em obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) que, além de afastar os alunos dos conhecimentos físicos, promovem distorções acerca do conhecimento científico.

As discussões referentes ao uso de aulas expositivas e demais concepções tradicionais de ensino no ambiente escolar não é recente (VASCONCELLOS, 2004). Isso porque a metodologia expositiva, base do modelo de ensino tradicional, carrega consigo todo um peso histórico, o que explica as marcas tão vivas desta concepção de ensino na realidade atual da educação brasileira. “Nesse processo predomina a autoridade do professor enquanto o aluno é reduzido a um mero agente passivo. Os conteúdos, por sua vez, pouco têm a ver com a realidade concreta dos alunos, com sua vivência”. (VASCONCELLOS, 2004, p. 21).

Segundo Pietrocola (2005), é necessária que uma das finalidades do ensino seja a construção de pré-requisitos para que os alunos ampliem seu sentimento de realidade sobre o mundo através do conhecimento físico.

Com efeito, inúmeros pesquisadores enfatizam a necessidade da implementação de metodologias ativas (BACICH, MORAN, 2018) que possibilitem aos alunos uma aprendizagem mais profunda em sala de aula. Por assim dizer as abordagens ativas para a aprendizagem constituem a ideia de educação centrada no aluno, ou seja, o aluno encontra-se como protagonista da aprendizagem, em atividades interativas com outros alunos, aprendendo e desenvolvendo-se de maneira cooperativa. Já que:

As metodologias ativas representam uma alternativa pedagógica capaz de proporcionar ao aluno a capacidade de transitar de maneira autônoma por essa realidade, sem se deixar enganar por ela, tornando-o também capaz de enfrentar e resolver problemas e conflitos do campo profissional e produzir um futuro no qual, a partir da igualdade de fato e de direito, cresçam e se projetem as diversidades conforme a demanda do século XXI. (CAMARGO, DAROS, 2018, p. 12)

Diante do exposto, a metodologia de “Ensino de Ciências por Investigação” (CARVALHO, 2016) é considerada como metodologia ativa em que o aluno aprende por meio de resolução de problemas, como também representa uma possibilidade para superar ou, pelo menos, tencionar as barreiras impostas pelas concepções tradicionais de ensino. Por isso, cada vez mais, é crescente o número de pesquisas envolvendo as metodologias de ensino investigativa, diante de uma realidade em que os alunos estão acostumados a receber os conhecimentos físicos de forma passiva e acabada.

Assim, considerando o discurso como efeito de sentido entre locutores (ORLANDI, 2013, p.21) este estudo pretende contribuir com a área de pesquisa em ensino ao discutir o discurso de alunos do Ensino Médio sobre a metodologia de ensino por investigação para o tema do Eletromagnetismo. Com isso, a realização deste estudo pode ser importante para se ampliar e aprofundar as discussões que se fazem presentes na realidade de ensino.

Em termos metodológicos, a pesquisa foi realizada com alunos de duas turmas do terceiro ano, na disciplina de Física de uma escola pública. Os instrumentos de pesquisa foram um roteiro de aula e um questionário sobre uma sequência de ensino investigativa. A apresentação e discussão dos resultados orientam-se pelo referencial teórico da Análise de Discurso Francesa representada pelos trabalhos de Michel Pêcheux (2002; 2012) e Eni Orlandi (2013; 2012).

O objetivo geral deste trabalho, portanto, é *analisar os sentidos que alunos do Ensino Médio atribuem a uma proposta de Ensino de Eletromagnetismo por Investigação*. Abrangendo objetivos mais específicos, como:

i) Realizar uma revisão de bibliografia sobre história, ensino e pesquisa em ensino de Física envolvendo conceitos de Eletromagnetismo.

ii) Desenvolver uma sequência de ensino investigativa envolvendo os conteúdos que permeiam o Eletromagnetismo no contexto escolar.

iii) Analisar os sentidos produzidos pelos alunos sobre a abordagem de ensino por investigação para os conceitos de Eletromagnetismo.

Dessa forma, o texto encontra-se organizado em cinco capítulos:

No capítulo seguinte será apresentada uma breve teorização sobre aspectos da história, do ensino e da pesquisa no ensino de Eletromagnetismo, com enfoque na aprendizagem baseada em problemas (*Problem-based learning*), utilizando-se da metodologia de ensino por investigação.

O terceiro capítulo é destinado para a descrição do contexto, dos sujeitos e dos instrumentos da pesquisa, assim como o referencial metodológico utilizado para a construção do *corpus de análise*. Indica, também, a forma com que serão organizados e apresentados os resultados produzidos ao longo do período em que se desenvolveu o estudo.

No quarto capítulo destaca-se a análise e discussão dos resultados da abordagem de ensino por investigação para os conceitos de Eletromagnetismo. Para tanto, são analisados os roteiros de aula prática, os questionários, de modo a verificar regularidades nos sentidos manifestados pelos alunos do Ensino Médio.

O último capítulo destina-se às considerações finais sobre o presente trabalho, apresenta algumas considerações acerca dos limites e das possibilidades para o ensino do Eletromagnetismo em Física, em termos de uma metodologia investigativa de aprendizagem.

Resta, enfim, observar que este trabalho pretende discutir e refletir sobre questões envolvendo os processos formativos que tornem as aulas de Física atraentes para realidade escolar dos alunos, como também almeja produzir reflexões para área de formação de professores.

2 ELETROMAGNETISMO E ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: ARTICULAÇÕES TEÓRICAS

O presente capítulo destaca uma breve teorização sobre aspectos da história, do ensino e da pesquisa no ensino de Eletromagnetismo, acentuando também alguns pressupostos teóricos para o ensino de Ciências por investigação.

2.1 A HISTÓRIA DO ELETROMAGNETISMO

Conforme os estudos de Tonidandel, Araújo e Boaventura (2018), registros datam que em 2637 a.C. as tropas do imperador chinês Huang-ti construíram uma carruagem sobre a qual girava livremente uma grande figura feminina de braços abertos, indicando para o sul. A provável explicação para esse fato seria a de que, ligada a essa figura, havia uma espécie de agulha magnética. Este e outros registros, todos chineses, possivelmente seriam primeiros relatos do uso do magnetismo de que se tem conhecimento.

O primeiro registro não chinês de fenômenos elétricos ou magnéticos ocorreu na Grécia, no século VI a.C. Dentre eles, tem-se a descoberta de fenômenos elétricos associados ao âmbar e fenômenos magnéticos relacionados a magnetita, uma pedra encontrada na região de Magnésia e que teria propriedades magnéticas, seriam atribuídas ao pensador Tales de Mileto (TONIDANDEL; ARAÚJO; BOAVENTURA, 2018).

Ainda, de acordo com Tonidandel, Araújo e Boaventura (2018), têm-se evidências de que Lucretius, poeta e filósofo romano que viveu entre 99 e 55 a.C., teria estabelecido o fenômeno da atração e repulsão magnética com o auxílio de experimentos rudimentares e desenvolvido um modelo não matemático para a ação das forças magnéticas.

A bússola, outro artefato histórico importante para a história do magnetismo, foi utilizada pela primeira vez no mar por volta do ano de 850. Tem-se que as bússolas foram produzidas pelos chineses e introduzidas no Ocidente por meio das navegações. (TONIDANDEL; ARAÚJO; BOAVENTURA, 2018).

Segundo Tonidandel, Araújo e Boaventura (2018), a ciência do magnetismo avança consideravelmente na segunda metade do século XIII. Nesse período, o francês Petrus Peregrinus descreve o que ele chama polos de uma pedra-ímã e traz indicações práticas de como determinar qual é o polo norte e qual o sul de um ímã. Também, são

atribuídos a ele descobertas como a de que polos iguais de uma pedra-ímã se repelem e polos opostos se atraem.

As pesquisas modernas sobre magnetismo e eletricidade iniciam-se através dos estudos do médico britânico William Gilbert (1544-1603). Foi Gilbert quem introduziu o termo *elétrico* para se referir a estes corpos, termo que é utilizado até hoje. (ASSIS, 2010, p. 31)

Anos depois, Otto von Guericke (1602 – 1686) realizou uma experiência na qual manteve uma penugem flutuando acima de uma esfera de enxofre atritada, sendo esta montagem considerada a primeira máquina elétrica da história. Contudo, deve-se enfatizar que o próprio Guericke não considerava a repulsão da “pena” como sendo um fenômeno elétrico e por esse motivo não se considera que o mesmo tenha descoberto a repulsão elétrica. (ASSIS, 2010, p. 67)

O primeiro instrumento construído intencionalmente para produzir a eletrificação de corpos foi a máquina elétrica de Francis Hauksbee (1666-1713). O reconhecimento da repulsão como um fenômeno legítimo e característico das interações elétricas só ocorreu entre 1733 e 1734 com a publicação dos trabalhos de Charles François de Cisternay Du Fay (1698-1739). (ASSIS, 2010, p.87).

Outro marco importante na história da eletricidade é o coletor de carga, instrumento usado para obter a carga de um corpo eletrizado sendo possível definir o sinal desta carga. Talvez o coletor de cargas mais antigo construído exclusivamente com este objetivo, “coletar” cargas, tenha sido feito por Franz Ulrich Theodor Aepinus (1724-1802), em seu livro, publicado em 1759, chamado “Ensaio sobre a Teoria da Eletricidade e do Magnetismo”. (ASSIS, 2010, p.179)

O modelo “plano de prova”, foi proposto em 1787, por Charles-Augustin Coulomb (1736-1806), sendo que:

O plano de prova nada mais é do que um disco condutor preso no centro de um dos lados por um suporte isolante. Coulomb o utilizou para determinar a distribuição de carga ao longo das superfícies de dois ou mais condutores eletrizados que estavam em contato (esferas metálicas se tocando, por exemplo). A quantidade de carga armazenada pelo plano de prova é proporcional à densidade superficial de carga no local do condutor que ele toca. (ASSIS, 2010, p.180-181)

De acordo com Bynum (2013, p. 93), o responsável por realizar estudos fundamentais sobre o que viria a nomear “Eletrodinâmica”, André-Marie Ampère (1775–1836), combinava eletricidade e magnetismo. Apesar da complexidade, os experimentos simples de Ampère demonstraram que o magnetismo era, na verdade, eletricidade em

movimento e o seu trabalho serviu de base ao desenvolvimento dos estudos de Faraday e Maxwell.

Em 1820, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851) constatou que a corrente elétrica era capaz de gerar campo magnético, ao aproximar uma bússola de fios que conduziam eletricidade. Um ano depois, Michael Faraday (1791-1867) projetou um experimento, onde verificou que a agulha de uma bússola continuava a girar se ela estivesse cercada por fios conduzindo uma corrente elétrica, o que resultaria no que Faraday chamou de “linhas de força”. Ele acabara de inventar o que seria o princípio de todos os motores elétricos. (BYNUM, 2013, p. 120-122).

Para Bynum (2013, p. 122), Faraday trabalhou com eletricidade e magnetismo pelos trinta anos seguintes acrescentando o gerador e o transformador elétrico a suas invenções (década de 1830). Propôs, ainda, a ideia de “campo” para explicar por que a eletricidade e o magnetismo tinham propriedades invisíveis.

Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta (1745-1827) construiu a primeira pilha da história da eletricidade, aparato possuindo dois eletrodos e um eletrólito, onde ocorriam as reações de oxirredução espontâneas gerando corrente elétrica, ou seja, capaz de armazenar energia elétrica sob a forma de energia química. (BYNUM, 2013, p. 92-93)

Segundo Bynum (2013, p.122), o homem que viria a consolidar as pesquisas de Faraday foi James Clerk Maxwell (1831-1879), sendo o responsável por usar a matemática para descrever o Eletromagnetismo. Partindo das ideias sobre o campo de Faraday, forneceu as equações matemáticas que demonstravam que a força eletromagnética se comporta como onda, descoberta de grande importância para a história da Física.

Em termos gerais, esta breve história evidencia alguns marcos importantes para compreensão do Eletromagnetismo, demonstrando o impacto na humanização da ciência, no sentido promover conexões com o processo de desenvolvimento científico nas suas dimensões culturais e sociais. Como observado, os conteúdos sobre Eletromagnetismo merecem real atenção para uma adequada mediação didática nas práticas escolares, por isso, a seguir, passamos a analisar algumas pontuações acerca da área de ensino de Física.

2.2 ENSINO E PESQUISA DE FÍSICA E DE ELETROMAGNETISMO NA ESCOLA

No ensino de Física, assim como nas demais Ciências, é de fundamental importância que se avalie não somente “o que ensinar de Física”, mas o “para que ensinar Física”. (BRASIL, 2006, p. 61). Devida sua importância e presença recorrente no cotidiano, é necessário saber realizar práticas pedagógicas que mobilizem uma compreensão razoável da Física na realidade dos alunos.

No que toca ao ensino do Eletromagnetismo, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) apresentam as seguintes ponderações:

(...) o início do aprendizado dos fenômenos elétricos deveria já tratar de sua presença predominante em correntes elétricas, e não a partir de tratamentos abstratos de distribuições de carga, campo e potencial eletrostáticos. Modelos de condução elétrica para condutores e isolantes poderiam ser desenvolvidos e caberia reconhecer a natureza eletromagnética dos fenômenos desde cedo, para não restringir a atenção apenas aos sistemas resistivos, o que tradicionalmente corresponde a deixar de estudar motores e geradores. (BRASIL, 1999, p. 26)

Já, de acordo com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+):

A compreensão do mundo eletromagnético que permeia nosso cotidiano é indispensável para possibilitar o uso adequado, eficiente e seguro de aparelhos e equipamentos, além de fornecer condições para analisar, fazer escolhas e otimizar essa utilização. (BRASIL, 2006, p. 76)

Assim, pode-se dizer que o ensino do Eletromagnetismo se legitima pela sua importância e presença no cotidiano, mas também essa percepção deve ir além, explorando a possibilidade de levá-los a compreender as múltiplas aplicações desse conhecimento.

De outra banda, os conteúdos que englobam a eletricidade e os fenômenos elétricos, ao serem abordados na escola devem “considerar, também, seu papel nas mudanças econômicas e sociais da sociedade contemporânea, bem como o fato de não serem acessíveis para todos” (PARANÁ, 2008, p.61).

Segundo Paraná (2008, p.61): “ao abordar o conhecimento científico em seus aspectos qualitativos e conceituais, filosóficos e históricos, econômicos e sociais, o ensino de física contribuirá para a formação de estudantes críticos”. Nesse aspecto, tem-se que o intuito do ensino de Eletromagnetismo seja contribuir para uma formação em ciência de forma consciente, considerando os aspectos dinâmicos e sociais de seu desenvolvimento, suas falhas e incoerências ao longo de todo o progresso histórico, assim como contribuir para a aquisição de um posicionamento crítico e reflexivo por parte dos alunos.

Desse modo, o conhecimento da Física deve e pode ser compreendido, sobretudo, como um meio ou um instrumento para a compreensão do mundo, na medida em que:

[...] é imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade. Esse deve ser o ponto de partida e, de certa forma, também o ponto de chegada. Ou seja, feitas as investigações, abstrações e generalizações potencializadas pelo saber da Física, em sua dimensão conceitual, o conhecimento volta-se novamente para os fenômenos significativos ou objetos tecnológicos de interesse, agora com um novo olhar, como o exercício de utilização do novo saber adquirido, em sua dimensão aplicada ou tecnológica. O saber assim adquirido reveste-se de uma universalidade maior que o âmbito dos problemas tratados, de tal forma que passa a ser instrumento para outras e diferentes investigações. (BRASIL, 1999, p. 23)

Como assinalado, a perspectiva investigativa já se faz presente nos documentos oficiais, entretanto pode-se dizer, também, que esta perspectiva encontra barreiras para uma efetiva implementação em função das concepções de ensino tradicional que permeiam a escola.

Pietrocola (2005, p.17) caracteriza o processo de ensino-aprendizagem embasado nas concepções tradicionais de ensino como um jogo de regras claras, estabelecido entre partes (professor e alunos), onde “o professor ensina, o aluno aprende e tudo é medido na avaliação”, ou seja, aos alunos compete “aprender”, na busca pelo sucesso nas avaliações como possibilidade ao reconhecimento social e acesso às etapas posteriores da escolarização, e ao professor compete produzir avaliações dentro das possibilidades dos alunos.

A dificuldade do ensino tradicional converge para a vasta gama de conteúdos a serem realizados nas (quase sempre) duas aulas semanais das quais o professor de Física e alunos dispõem no cenário escolar, já que:

O conhecimento promovido pelas aulas tradicionais de Física, por estabelecer poucas relações com o mundo real e vincular-se quase que exclusivamente com o mundo escolar, é em geral visto como desnecessário. Um conhecimento cuja função limita-se à sala de aula, em particular para a realização de provas, é sério candidato a ser descartado. (PIETROCOLA, 2005, p.18).

Nessa esteira, por outro lado, existe uma procura por abordagens metodológicas que traduzam a ideia de ensino contextualizado, concreto, que influencie na visão de realidade dos alunos em termos físicos, mas também em termos sociais, vivenciais. Por assim dizer, as abordagens ativas para a aprendizagem (CAMARGO; DAROS, 2018), tornam-se uma alternativa em potencial para as demandas e desafios da educação na atualidade e constituem a ideia de educação centrada no aluno, ou seja, o aluno

encontra-se como protagonista da aprendizagem, em atividades interativas com outros alunos, de maneira cooperativa, aprendendo e se desenvolvendo.

Alicerçada na autonomia, a abordagem ativa “tem como foco o desenvolvimento de competências e habilidades, com base na aprendizagem colaborativa e na interdisciplinaridade” (CAMARGO; DAROS, 2018, p. 16). Com isso, as metodologias ativas de ensino trazem uma pedagogia dinâmica:

[...] centrada na criatividade e na atividade discente, em uma perspectiva de construção do conhecimento, do protagonismo, do autodidatismo, da capacidade de resolução de problemas, do desenvolvimento de projetos, da autonomia e do engajamento no processo de ensino-aprendizagem por meio das metodologias de abordagem ativa. (CAMARGO, DAROS; 2018, p.16)

As pesquisas no ensino acerca de métodos de aprendizagem ativa têm contribuído na viabilização de uma educação para o desenvolvimento efetivo de competências e habilidades, tanto para a vida profissional, como pessoal dos estudantes. Além disso, de acordo com os princípios que regem esta pedagogia, pretende-se proporcionar condições para que o estudante tenha uma visão transdisciplinar do conhecimento, ou seja, busque-se a unidade do conhecimento, para uma compreensão da realidade que transcenda disciplinas e conteúdos fragmentados. (CAMARGO; DAROS, 2018, p. 16)

Camargo e Daros (2018, p. 21) também mencionam que “o aluno precisa ser sensibilizado sobre sua responsabilidade nesse processo”. Assim sendo, é de grande relevância considerar a tendência pós-processo educativo das metodologias ativas, já que estas influem diretamente nos aspectos comportamentais e atitudinais dos estudantes, na busca por encaminhá-los para a vida futura.

No que diz respeito ao ensino escolar sobre o Eletromagnetismo, Arndt e Palcha (2018) realizaram uma pesquisa bibliográfica, propondo um mapeamento de artigos de pesquisas, ao longo dos últimos dez anos, com o objetivo de analisar o que a literatura vem produzindo em termos de abordagens para o Eletromagnetismo no ensino de Física¹.

Na referida pesquisa, encontraram diferentes abordagens, sendo essas, educação inclusiva no ensino de Leis de Faraday para o Eletromagnetismo, o uso de sequências didáticas na experimentação remota, o ensino de Física por investigação, o uso de jogos computacionais para o ensino do Eletromagnetismo em Física, etc. Também foram encontradas pesquisas voltadas a um contexto histórico de análise de livros

¹ Refere-se a um artigo de pesquisa aceito para apresentação e publicação no eixo “Ensino de Física”, do VI Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, no campus de Ponta Grossa da UTFPR, a ser realizado nos dias 27 a 30 de novembro de 2018.

didáticos, assim como uma análise a abordagem da temática do Eletromagnetismo em questões do ENEM (ARNDT; PALCHA, 2018).

Com este mapeamento, Arndt e Palcha (2018) concluem que é expressiva a preocupação em se consolidar um ensino de Eletromagnetismo orientado por pedagogias e abordagens metodológicas ativas para a aprendizagem.

Nessa medida, torna-se cada vez mais evidente a pertinência pela busca por um ensino de Física que proporcione condições para que, por meio do conhecimento físico, os estudantes percebam o mundo que os cercam e ampliem seu sentimento de realidade sobre o mesmo. (PIETROCOLA, 2005, p. 25).

2.2.1 Aprendizagem de conhecimentos físicos por problemas

Inúmeros epistemólogos da ciência dedicaram-se a estudar a questão da problematização no ensino-aprendizagem das ciências e, em particular, da Física. Entre eles, destaca-se Gaston Bachelard (1884-1962).

Na perspectiva epistemológica bachelardiana, todo conhecimento é consequência de um problema, isto é, da busca de soluções para problemas anteriormente formulados.

Ele afirma:

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houver questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído. (BACHELARD, 1996, p.19)

Por estes termos, há uma grande preocupação pedagógica, inerente especialmente a formação do pensamento científico por parte dos alunos. Nessa perspectiva, Bachelard (1996) propõe a ideia de “obstáculos epistemológicos”, ou seja, obstáculos ao próprio ato de conhecer. Em sala de aula, a superação destes obstáculos ocorre pelas chamadas “rupturas” e seriam através destas que os estudantes passariam do conhecimento prévio (ou conhecimento vulgar), para o conhecimento científico. (BACHELARD, 1996, p. 22)

Em outras palavras, somente “atravessando” estes obstáculos epistemológicos é que o estudante passaria do conhecimento em nível “vulgar” ou de senso comum, para o conhecimento científico. Portanto, a barreira entre o senso comum e o conhecimento científico seriam os obstáculos epistemológicos e o transpassar desta barreira seria a

ruptura com o conhecimento prévio. A despeito disso, Pietrocola (2015, p. 136) afirma que:

Podemos planejar as atividades de sala de aula de tal modo que as explicações dos alunos, o seu conhecimento prévio sobre as situações envolvidas nos temas escolhidos, possam ser obtidas e problematizadas pelo professor, direcionando o processo de problematização para a formulação do(s) problema(s) que gerariam a necessidade de se trabalhar um novo conhecimento para o aluno. (PIETROCOLA, 2015, p.136)

Com efeito, é necessário que se estabeleçam condições para que o cotidiano seja problematizado em sala de aula, a fim de que novos problemas sejam desenvolvidos e explorados. “Abordar o ensino-aprendizagem de ciências dessa perspectiva envolve dar ênfase a processos de investigação e não a apenas conteúdos acabados.” (CAPECCHI, 2016, p. 23).

O processo de ensino aprendizagem, na perspectiva investigativa, desfruta da argumentação por meio das interações entre professor e alunos concebidas através da problematização de um conhecimento. A argumentação em sala de aula propicia investir em propostas de ensino por investigação, pois estas instigam o professor a analisar a aprendizagem dos alunos de maneira mais ampla, acompanhar o envolvimento na construção de conhecimentos, perceber progressos individuais e coletivos, além de facilitar a avaliação do seu trabalho didático. (SASSERON, 2014, p. 41)

Por certo, abordar habilidades de investigação e de argumentação é uma tarefa complexa, entretanto, com a implementação delas, tem-se uma chance de o ensino alcançar maiores conexões entre professor, alunos e instrumentos didáticos, de modo a auxiliarem na construção de significados por parte dos alunos, sejam sobre novos fenômenos, ou refazendo significados sobre fenômenos já conhecidos. (SASSERON, 2014, p. 44)

Até aqui, discorreu-se sobre a importância de se abordar o ensino-aprendizagem de Ciências de uma perspectiva problematizadora, o que envolve dar ênfase a abordagens de ensino investigativas, sendo isto que anunciamos a seguir.

2.3 O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

No que toca este estudo, procuramos analisar as contribuições da metodologia de Ensino por Investigação (aprendizagem baseada em problemas), qual promove conflitos cognitivos nos alunos para aprender a ciência que lhes é ensinada. Assim, destacamos

por meio de uma breve revisão teórica alguns autores que contribuíram para o trabalho com esta metodologia em sala de aula.

Carvalho (2016), por exemplo, escreve acerca do que se propõe o ensino de Ciências por investigação, sendo uma possibilidade para se criar um ambiente investigativo em sala de aula, de tal forma que se possam conduzir os alunos no processo de construção do conhecimento científico de maneira a ampliar gradativamente a sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica, ou seja, alfabetizando-se cientificamente.

Oliveira e Nascimento (2013) discorre sobre a abordagem investigativa de ensino como uma proposta “que visa a superar problemas presentes no ensino de Ciências/Física, tais como o desinteresse dos alunos em estudar conteúdos apresentados pelo professor, o descompromisso com os estudos e a aceitação acrítica de conhecimentos apresentados como um produto finalizado.”

Como se sabe, as aulas expositivas não tem estimulado o interesse dos alunos pelos conteúdos. Também, os estudantes estão acostumados a receber os conhecimentos científicos como produtos acabados. Dada a recorrente transmissão de conhecimentos, os alunos não são instigados a desenvolver uma postura crítica diante dos conteúdos, bem como argumentar, formular hipóteses, enfim, ser agentes ativos na construção dos conhecimentos.

Cardoso e Takahashi (2017) afirma que “um dos grandes desafios é justamente envolver mais estudantes nos debates promovidos em sala de aula, para estimular estruturas de pensamento mais complexas ao provocar conflitos conceituais e procedimentais.”

As concepções tradicionais de ensino deixaram sua marca no ensino, no decorrer dos anos. Cardoso e Takahashi (2017) ainda se propõem a discorrer frente ao reflexo do ensino tradicional no processo de ensino de ciências.

Com base nestes exemplos, tem-se na abordagem investigativa de ensino para a Ciência/Física, uma possibilidade de mudança de perspectiva do processo de formação do conhecimento em sala de aula, mas também encontra-se nela as barreiras deixadas pelo ensino tradicional.

No geral, o ensino de ciências por investigação possibilita que se ensine (conduza/ medie) os alunos com a finalidade de ampliar sua cultura científica aula por aula. Conforme Sasseron e Carvalho (2011), as interações entre os alunos e principalmente

entre professor e alunos devem levá-los a argumentação científica e à alfabetização científica.

Neste aspecto, as sequências de ensino investigativas (SEIs) são sucessões de um conjunto de aulas e atividades planejadas para proporcionar aos alunos condições de expor seus conhecimentos prévios, realizarem um levantamento de hipóteses próprias e discuti-las com seus colegas, e, utilizando-se da mediação do professor para conduzi-los, transitar do conhecimento espontâneo para o conhecimento científico. (CARVALHO, 2016, p. 9)

Segundo Carvalho (2016) não é possível que se inicie uma aula, um novo tópico, sem procurar saber o que os alunos já conhecem ou como eles entendem as propostas a serem realizadas, na medida em que:

Os conceitos espontâneos dos alunos, às vezes com outros nomes como conceitos intuitivos ou cotidianos, são uma constante em todas as propostas construtivistas, pois são a partir dos conhecimentos que o estudante traz para a sala de aula que ele procura entender o que o professor está explicando ou perguntando. (CARVALHO, 2016, p. 6)

Outro fator relevante de uma SEI, seria o trabalho cooperativo entre os alunos, necessária ao desenvolvimento do processo de construção de conhecimentos, assim:

O trabalho em grupo sobe de status no planejamento de trabalho em sala de aula passando de uma atividade optativa do professor para uma necessidade quando o ensino tem por objetivo a construção do conhecimento pelos alunos. (CARVALHO, 2016, p. 5)

Entretanto, para que a cooperação em sala de aula seja eficaz, é importante que os alunos sejam colocados em grupos quando lhes é necessário desenvolver habilidades e competências frente ao conteúdo a ser estudado ou quando espera-se que os alunos discutam ideias e se ajudem mutuamente. É o que chamamos de atividades sociointeracionistas. (CARVALHO, 2016)

Dentro de propostas sociointeracionistas, conforme Carvalho (2016, p. 8) desenvolve-se uma atenção especial ao papel do professor sendo que este se mostra como um colaborador nas questões que orientarão seus alunos, de modo a potencializar o processo de ensino-aprendizagem. Ainda, o professor, “como o outro mais experiente em uma interação social tem de ensinar os alunos no uso das linguagens próprias de cada disciplina” (CARVALHO, 2016, p.5).

Quanto a estrutura de organização para o desenvolvimento de uma SEI, a mesma constitui-se de algumas atividades-chave. Em geral, a sequência de ensino se inicia por: a) *um problema contextualizado*, de cunho experimental ou teórico, com o objetivo de

introduzir os alunos na temática desejada. Por meio deste, os alunos são conduzidos a trabalharem com variáveis relevantes ao fenômeno científico em pauta. Após a resolução do problema, é necessária que se realize: b) *uma sistematização dos conhecimentos* abordados pelos alunos que pode ser realizada utilizando-se da leitura de um texto que possibilite aos alunos (re)discutirem o que fizeram e os raciocínios que tiveram para resolver o problema. Uma terceira atividade-chave é: c) *a contextualização dos conhecimentos* com a realidade dos alunos de maneira a levar os alunos a perceberem a importância dos conhecimentos construídos do ponto de vista social. (CARVALHO, 2016)

Nessa perspectiva, Carvalho (2016, p. 8) cita que “introduzir os alunos nas diversas linguagens das Ciências é, na verdade, introduzi-los na cultura científica”, (CARVALHO, 2016, p. 8), sendo este um dos principais objetivos do ensino do Eletromagnetismo em Física.

Segundo Carvalho (2016), a abordagem investigativa, em termos de sequência investigativa de ensino (aulas), propõe que cada atividade seja planejada em uma perspectiva do material e das interações didáticas, de modo a proporcionar aos alunos condições para que os mesmos expressem seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, ter ideias próprias e estabelecer discussões com seus colegas e com o professor, de modo a passar do conhecimento espontâneo ao científico.

Nesse sentido, acreditamos que a proposta de ensino investigativa pode tencionar as bases do ensino tradicional ao colocar os alunos em contato com problemas e atividades que podem estar associadas ao cotidiano extraescolar, pois, como afirmam alguns pesquisadores: “O ensino de física, em particular, deve permitir aos alunos que, através de propostas durante as aulas, tenham acesso a conceitos, leis, modelos e teorias que expliquem satisfatoriamente o mundo em que vivem”. (CARVALHO JR, 2011, p.16)

Resta enfim dizer que a revisão de literatura aqui realizada auxilia no embasamento teórico necessário para que se prossigam as etapas seguintes da realização deste trabalho, como a elaboração de uma sequência de ensino envolvendo estes conceitos e a análise dos resultados que advém da sua aplicação.

3 ESTRUTURA METODOLÓGICA E ANALÍTICA DA PESQUISA

Este capítulo aborda o contexto, os sujeitos e os instrumentos da pesquisa, assim como o referencial metodológico para a análise dos dados deste trabalho.

3.1 O CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida no primeiro e segundo semestre de 2018, como requisito da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Licenciatura em Ciências Exatas, Setor Palotina, da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

Para isto, realizou-se uma pesquisa de campo em uma escola pública localizada no oeste do Paraná. Antes, foi explicitada para direção e equipe pedagógica da escola a importância e os objetivos deste estudo para a formação de professores, assim como ao professor responsável pelas aulas de Física.

Havendo a autorização entre as partes, realizou-se uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) envolvendo os conteúdos de Eletromagnetismo, tais como: Eletrostática, Magnetismo, entre outros.

A SEI foi realizada em duas aulas (geminadas) de Física, em que os alunos participavam ora em grupos e ora individualmente, durante quatro etapas, sendo estas: 1) Apresentação da questão-problema; 2) Demonstração experimental; 3) Discussão dos resultados; e 4) Sistematização do conhecimento.

A primeira etapa consistiu no *levantamento de hipóteses* por parte dos grupos para a resolução de uma questão-problema (não-experimental) exposta no roteiro de aula. Nela, foi apresentado um problema condizente a classificação de diferentes materiais que deveria ser discutido e elucidado pelos alunos.

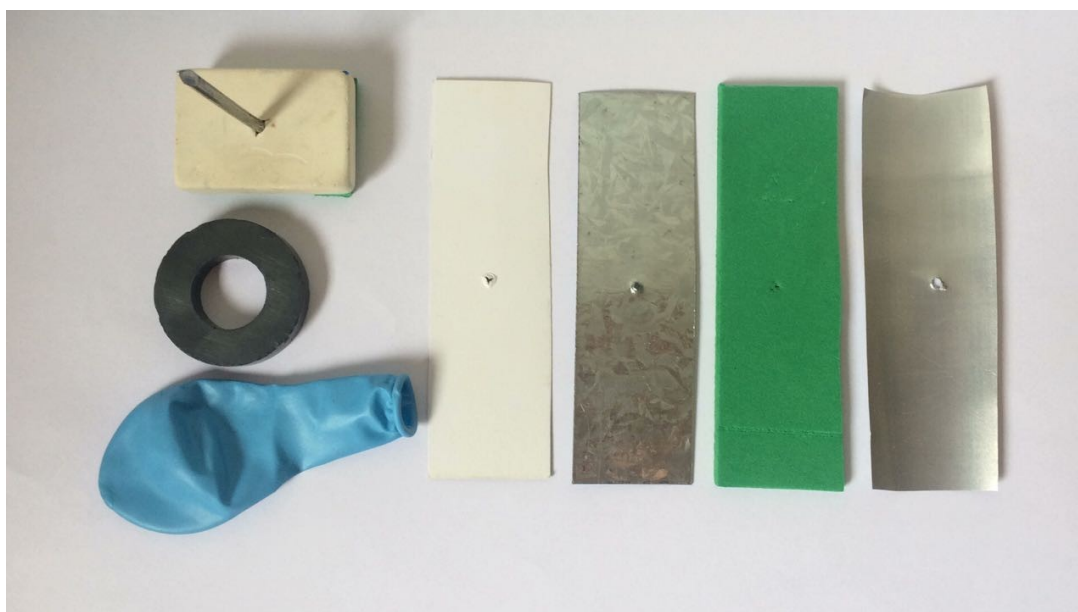
A segunda etapa trata da *demonstração experimental*, por meio dela os grupos foram levados a testarem suas hipóteses na prática. A experiência em questão utilizou-se de um aparato, que lembraria o *versorium* utilizado por Gilbert. O *versorium* pode ser compreendido como:

(...) um instrumento que normalmente consiste de duas partes: um membro vertical, que age como um suporte fixo em relação à Terra, e um membro horizontal capaz de girar livremente sobre o eixo vertical definido pelo suporte. Ele é similar a uma bússola magnética em sua construção, exceto pelo fato do membro horizontal não ser magnetizado como ocorre na bússola. Conceitualmente, a habilidade do

membro horizontal poder girar livremente significa que este instrumento é muito sensível a torques externos muito pequenos. Portanto, pode ser usado para detectar estes torques da mesma forma como uma bússola detecta o torque magnético exercido pela Terra. (ASSIS, 2010, p. 38)

Assim sendo, o aparelho (Figura 1) permite uma série de possíveis verificações para a classificação de diferentes materiais ao longo da sequência de ensino. Optou-se por organizar o problema experimental desta forma, já que, na perspectiva investigativa, “estar contido na cultura social dos alunos, de tal modo que se envolvam na procura por uma solução, e essa busca deve permitir que os alunos exponham os conhecimentos adquiridos (espontâneos ou já estruturados), sobre o assunto.” (CARVALHO, 2016, p. 11)

FIGURA 1: MATERIAIS UTILIZADOS NA CONTEXTUALIZAÇÃO



LEGENDA: Versorium, ímã, balão e hastes de diferentes materiais

FONTE: A autora (2018).

A etapa de *discussão e divulgação de resultados* é importante para o processo de ensino-aprendizagem levando em conta a contextualização social do conhecimento e aprofundamento do conteúdo. Nela, os alunos discutem, expondo aos colegas suas ideias e entendimentos sobre as atividades desenvolvidas nas etapas anteriores, e, após a discussão em grupos, os alunos são encaminhados a exposição dos resultados para a turma. É nesse levantamento de dados que o professor auxilia os alunos a organizar o conhecimento através da sua mediação.

Na última etapa, encontra-se a *sistematização de conhecimentos* em que se têm noções científicas de cada aluno, uma atividade fundamental para o fechamento do ciclo,

por contribuir na avaliação da aprendizagem dos alunos por parte do professor e que é realizada de maneira processual, considerando-se os limites e possibilidades da metodologia investigativa em sala de aula.

3.2 OS SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa se constituem por 30 alunos de duas turmas (sendo a turma A composta por 18 alunos e a turma B composta por 12 alunos) do terceiro ano do Ensino Médio que cursavam a disciplina de Física em uma escola pública do oeste do Paraná, durante o segundo semestre de 2018.

Para participar deste trabalho, foi solicitada autorização dos responsáveis pelos alunos por meio de um documento, Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE 1), garantindo a preservação do anonimato na participação voluntária na pesquisa.

A aplicação da proposta em duas turmas ocorreu em função da possível comparação de resultados entre diferentes cenários. Assim sendo, tem-se que cada turma possui particularidades específicas e poderiam explicitar melhor o funcionamento da sequência de ensino investigativa.

3.3 OS INSTRUMENTOS DE PESQUISA

Para coleta de dados, foi elaborado um roteiro de aula (APÊNDICE 2), com o objetivo de orientar as atividades durante a aplicação da SEI. Além disso, foi utilizado um questionário (APÊNDICE 3), com questões gerais e específicas sobre as atividades desenvolvidas, destacando tanto a contribuição da proposta de ensino por investigação, quanto a apropriação dos alunos sobre os conteúdos do Eletromagnetismo.

3.2 O MÉTODO DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

A presente pesquisa seguiu as orientações da pesquisa em educação (LUDKE; ANDRE, 2016), tendo uma natureza predominantemente qualitativa, na medida em que: “o interesse central deste tipo de pesquisa está em uma interpretação dos significados

atribuídos pelos sujeitos às suas ações em uma realidade socialmente construída” (MOREIRA, 2011, p.760).

Para apresentação e organização dos dados, o trabalho orientou-se pelo referencial metodológico de Análise de Discurso Francesa (PÊCHEUX, 2002, 2012; ORLANDI, 2006; 2013; 2012) que se baseia na análise de regularidade de sentidos manifestados pelos participantes, entendendo que:

A análise de discurso visa compreender como um objeto simbólico produz sentidos. A transformação da superfície linguística em um objeto discursivo é o primeiro passo para essa compreensão. Inicia-se o trabalho da análise pela configuração do corpus, delineando-se seus limites, fazendo recortes, na medida mesma em que se vai incidindo um primeiro trabalho de análise, retomando-se conceitos e noções, pois a análise de discurso tem um procedimento que demanda um ir e vir constante entre teoria, consulta ao corpus e análise (ORLANDO, 2013, p.66).

Nessa perspectiva, inicialmente as respostas produzidas pelos alunos nos questionários passaram por procedimentos que demandaram consecutivamente: a) leitura prévia do material; b) tratamento de sistematização dos dados c) interpretação e compreensão dos resultados produzidos.

Além disso, ao que se refere aos sentidos produzidos pelo discurso, tem-se que:

Os dizeres não são, como dissemos, apenas mensagens a serem decodificadas. São efeitos de sentidos que são produzidos em condições determinadas e que estão de alguma forma presentes no modo como se diz, deixando vestígios que o analista de discurso tem de apreender. São pistas que ele aprende a seguir para compreender os sentidos aí produzidos, pondo em relação o dizer com sua exterioridade, suas condições de produção. Esses sentidos têm a ver com o que é dito ali mas também em outros lugares, assim como com o que não é dito, e com o que poderia ser dito e não foi. (ORLANDI, 2007, p. 30)

No mais, informamos que as turmas serão denominadas doravante por turma A (TA) e turma B (TB). A TA conteve os grupos 1, 2, 3 e 4, representados pelas siglas G1, G2, G3 e G4 enquanto a TB conteve os grupos 5, 6, 7 e 8, representados pelas siglas G5, G6, G7 e G8. Já os alunos serão denominados pela letra A numerada progressivamente, isto é, A1, A2, A3, etc., para os alunos da TA, e B1, B2, B3, etc., para os alunos da TB.

4 O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO POR INVESTIGAÇÃO EM ANÁLISE

Apresenta-se aqui uma análise e discussão dos resultados deste trabalho, sendo os dados organizados em três categorias discursivas não excludentes, a saber: i) análise da sequência de ensino investigativa; ii) o ensino de Física por investigação na visão dos

alunos; e iii) Eletromagnetismo na perspectiva de ensino por investigação: estabelecendo algumas discussões.

4.1 RECORTE 1: ANÁLISE DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

Nesta categoria, analisa-se a sequência de ensino proposta aos alunos, destacando os registros dos grupos, presente no roteiro de aula. Indicamos que em função dos limites para a escrita deste trabalho, optamos neste estudo por apresentar apenas as respostas de dois grupos por turma em função da complexidade da escrita destes.

Tomando como base o roteiro de aula, entregue aos alunos no começo da sequência de ensino, a primeira atividade a ser desenvolvida pelos alunos, solicitava que os mesmos formassem hipóteses de como classificariam diferentes tipos de materiais de acordo com critérios próprios.

Na TA, observou-se os seguintes relatos:

Classificaria esses elementos pelo material e pela magnetividade e condução de eletricidade, por exemplo, os materiais de metal como ferro e alumínio, são bons condutores de eletricidade, já o plástico e o papel não e desses elementos somente a placa de ferro seria atraída pelo ímã. (G3, grifos nossos)

Classificaria pelo nível de condução magnética, elétrica e maleabilidade. (G4, grifos nossos)

De acordo com a descrição do G3, pode-se perceber que o mesmo demonstra conhecimentos prévios quanto às propriedades dos ímãs de atrair materiais ferromagnéticos, ao relatar que “a placa de ferro seria atraída pelo ímã”. Da mesma forma, demonstra entendimento dos conceitos que caracterizam as propriedades de condução elétrica nos metais ao escrever que “os materiais de metal como ferro e alumínio, são bons condutores de eletricidade”. Esse fato se deve às características destes elementos, que são extremamente eletropositivos, isto é, têm a tendência de formar cátions. Os elétrons liberados neste processo são conhecidos como “elétrons livres”, e são estes os responsáveis pelos fluxos de eletricidade e calor. Ainda, ao formular hipóteses, o G5 descreve *condução magnética* e *elétrica* como possibilidades para a classificação de diferentes materiais.

Na TB, os grupos apresentaram as seguintes hipóteses:

Separar metais de não metais. Separar materiais recicláveis. Separar materiais biodegradáveis. (G7)

Condutores elétricos, dilatação, textura do material, elasticidade. (G8, grifos nossos)

Como se pôde perceber, foram mais amplas as hipóteses geradas pelos grupos no caso da TB. Mesmo assim, encontram-se conexões com o conhecimento de Eletromagnetismo, que podem ser percebidos através da classificação descrita pelo G3, ao mencionar *condutores elétricos*. Outras relações importantes tratam da separação entre metais e não metais, citadas pelo G2. Essa separação facilitaria a classificação em termos da reprodução do experimento de William Gilbert, considerando que os metais costumam ser bons condutores de eletricidade, devido à existência dos elétrons livres, conforme mencionado anteriormente, enquanto que os não metais não o são.

Pela perspectiva discursiva, evidenciamos que os alunos são capazes de identificar e pontuar diversas maneiras de classificar diferentes tipos de materiais, e que, ao formular hipóteses, os alunos são levados a exteriorizar seus conhecimentos espontâneos. Muitas destas classificações reconhecem e associam características envolvendo enunciados do Eletromagnetismo.

A etapa posterior, “Testando hipóteses”, traz, em sua abordagem, um problema experimental. O problema experimental constitui da replicação de um experimento de William Gilbert. Após a realização do experimento, foi solicitado aos grupos que descrevam o que fizeram por meio de anotações no roteiro de aula. Neste item, observamos o confronto de ideias entre os conhecimentos prévios dos alunos e o conhecimento estudado. Para Bachelard (1996), temos que o primeiro passo para a consolidação da aprendizagem seria uma “ruptura” com o conhecimento prévio, possibilitando que os alunos caminhem para compreensão dos conhecimentos científicos.

De acordo com o que foi exposto, os grupos da TA, apresentaram os seguintes registros:

Utilizamos quatro elementos diferentes para o teste: o zinco, o alumínio, o papel e o EVA. No teste feito com o zinco, percebemos a movimentação da placa com o ímã e com o balão eletrizado por atrito. No teste feito com o alumínio, percebemos a movimentação da placa apenas com o balão eletrizado por atrito. No teste feito com o papel, assim como no teste com o alumínio, percebemos a movimentação da placa apenas com o balão eletrizado por atrito. No

teste feito com o EVA, não houve movimentação nem com o balão eletrizado nem com o ímã. (G1)

O EVA não mexeu nem com o balão nem com o ímã. O zinco mexeu com o balão atritado e com o ímã. O papelão só mexeu com o balão atritado. O alumínio não mexeu pelo ímã, somente pelo balão. (G5)

Primeiro, destacamos a sentença “balão eletrizado por atrito”. No processo de eletrização por atrito um corpo é atritado com outro material de composição diferente. Por meio dessa fricção, elétrons livres são gerados e um dos corpos ficará positivamente carregado (pois perdeu elétrons) e o outro ficará negativamente carregado, devido ao ganho desses elétrons. O uso dessa sentença indica a possibilidade de que os alunos tenham conhecimento de que ao atritar o balão no cabelo, o balão deixa de ser neutro para ser um corpo eletrizado, conhecimentos estes que são fundamentais ao desenvolvimento de conteúdos da Eletrostática. O discurso abre caminho, também, para um possível conhecimento por parte dos alunos de que existem outros tipos de processos para a eletrização, ao especificar o atrito.

Além disso, anteriormente, o G1 descreve o alumínio com um possível condutor de eletricidade. Considerando que o material reagiu com o balão eletrizado, indicando o “transporte” de elétrons, tem-se que a hipótese levantada pelo grupo estava correta.

Por sua vez, os grupos da TB apresentaram os seguintes depoimentos:

A haste de papel em contato com o balão (atritoado com o cabelo) se moveu. A haste de zinco se moveu com o ímã, com a força de atração e repulsão. Já a haste de EVA não se moveu, pois ele é um isolante. O alumínio não se moveu (mas deveria ter se movido) pois o clima estava úmido e frio. O mesmo ocorreu com o zinco. (G6, grifos nossos)

Balão: movimentou o papel (através do atrito do balão, este ficou eletrizado). O EVA é um isolante, por isso ele não se movimentou. Ímã: movimentou o zinco, devido ao magnetismo. EVA e alumínio não se movimentaram com o balão, provavelmente esse processo não ocorreu no alumínio devido ao clima. (G8, grifos nossos)

O G1 relaciona as forças de atração e repulsão com a constatação de que o zinco se moveu na presença do ímã. Outra ponderação curiosa se dá devido ao fato de G1 e G3 definirem o EVA como um isolante, como consequência do mesmo não ter se movimentado ao interagir com o balão eletrizado. Além disso, ao realizarem uma pesquisa, (na etapa de “Discussão dos resultados”) os alunos descobriram que o E.V.A (etil vinil acetato) é um tipo de emborrachado e concluíram que materiais de borracha seriam bons exemplos de isolantes em virtude de seus elétrons estarem fortemente

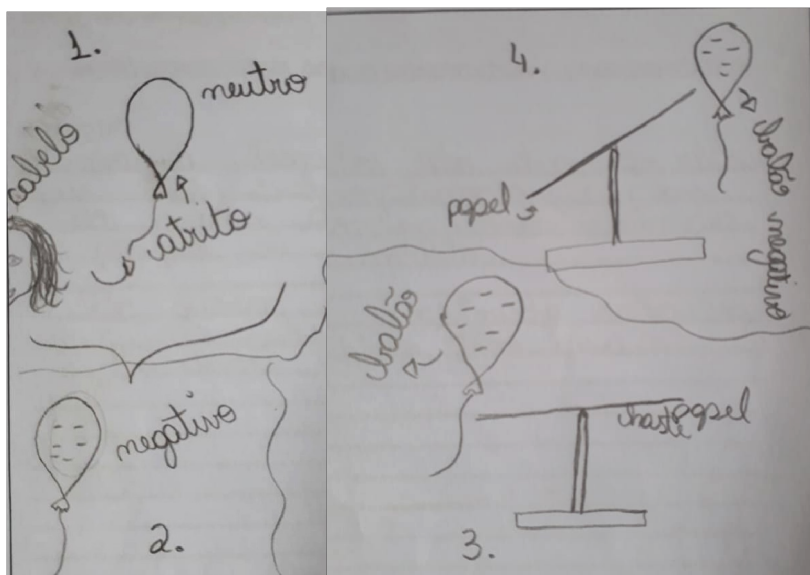
ligados ao núcleo atômico, ou seja, eles não possuem elétrons livres ou o possuem em quantidade tão pequena que pode ser desprezada, dificultando o transporte de carga.

Outra discussão importante ocorreu quando os alunos constataram que a interação entre o balão eletrizado e a haste de alumínio não o moveu, mas que, do ponto de vista dos alunos, de acordo com os conhecimentos que possuíam, isso deveria ter ocorrido em condições normais. Para explicar os motivos da não movimentação do alumínio ao interagir com o balão eletrizado, após discussões com o grupo, os mesmos atribuíram esse resultado ao clima. De acordo com a literatura, tem-se que o acúmulo de cargas é maior em dias quentes e secos, pois elas demoram mais para se dissipar, o que facilitaria a corrente de elétrons.

No geral, ao tentarem explicar, de forma escrita o que de fato ocorreu durante a resolução prática do problema através do experimento, os alunos são levados a recorrer a vocabulários mais formais, fazendo uso de uma linguagem cada vez mais próxima da linguagem científica, conforme indica Carvalho (2016). Isso pode ser exemplificado quando os grupos dizem força de atração e repulsão, magnetismo, ou ainda atritado, atrito, eletrizado e isolante. Mesmo que os alunos não tenham um completo entendimento acerca destes conceitos, ao formular explicações científicas, há a possibilidade de aprofundamentos destes conceitos, ou seja, estimula-se a alfabetização científica.

Na etapa 3, “Sistematizando o conhecimento”, enfatiza-se uma estruturação própria do conhecimento por parte de cada aluno, oportunizando a aprendizagem individual. Para tal, foi proposto que alunos escrevessem e desenhassem sobre o que aprenderam durante a aula. Acredita-se encontrar no desenho, mais uma possibilidade de se analisar os sentidos produzidos pelos alunos acerca desta abordagem de ensino investigativa para o Eletromagnetismo. Nessa medida, nos propomos a analisar o desenho realizado por A5 (Figura 2).

FIGURA 2: ILUSTRAÇÃO FEITA POR UM ALUNO SOBRE A
DEMONSTRAÇÃO



LEGENDA: 1. Eletrização do balão por atrito; 2. Balão eletrizado negativamente. 3. Balão interagindo com a haste de papel. 4. Haste de papel se movimentou.

FONTE: A5 da TB. (2018).

Sobre o desenho de B5, destaca-se a noção do aluno ao processo de eletrização por atrito, descrito através da legenda construído pelo próprio autor do desenho. Nessa medida, pode-se analisar que, a partir do atrito do balão com o cabelo, este faz com que o balão ficasse eletrizado (negativamente). Nesse processo de eletrização, os dois corpos ficam com cargas de módulo igual, porém com sinais opostos. A partir disso, ao interagir o balão com as hastes, foi possível fazer com que algumas delas se movessem, como foi o caso da haste de papel.

Dentre as respostas dos alunos da TA referente às contribuições da SEI para o aprendizado do Eletromagnetismo, relataram:

Ela nos mostrou que existem os materiais que são atraídos pelos polos magnéticos como o ferro, que existem os materiais atraídos pelas cargas negativas e positivas como o papelão, e que existem os materiais que não são atraídos por nada como o E.V.A. Ou seja, ela nos ajuda a separar os materiais em ferromagnéticos, elétricos e neutros.
(A12)

Existem diferentes tipos de materiais: - Os que são atraídos apenas por um ímã. Os que são atraídos por cargas positivas e negativas. - Os que são atraídos por ambos. - Os que não são atraídos por nem um deles. (A17)

Na TA, os grupos apresentaram categorias para a classificação de diferentes materiais, agora de maneira mais concisa e coerente com o contexto que lhes foi

apresentado e testado através da SEI e, portanto, aos conceitos e fenomenologias estudadas na temática do Eletromagnetismo, com destaque ao trecho de A12: *“nos ajuda a separar os materiais em ferromagnéticos, elétricos e neutros”*. Nesse discurso, o sentido atribuído aos alunos para materiais neutros, seriam aqueles que não apresentaram interações em termos de campos elétricos e magnéticos, o que não indica necessariamente que o corpo encontre-se neutro quanto as suas cargas, por exemplo.

Já os alunos da turma B escreveram os seguintes depoimentos:

Sabendo como os materiais reagem com ímãs, os que são condutores ou não, se torna mais fácil separar os materiais. (B4)

A importância é aprender quais materiais são bons condutores de energia, quais são isolantes; sobre cargas neutras, negativas e positivas; as forças de atrito, contato, atração e repulsão. (B10)

A TB, a partir de suas anotações, destacou principalmente a importância de conhecer, através do estudo do Eletromagnetismo, os conceitos de condução elétrica, cargas neutras, negativas e positivas, entre outros.

Pela perspectiva discursiva, percebe-se que a partir de conhecimentos científicos relacionados ao desenvolvimento dos conteúdos do Eletromagnetismo e utilizando-se da metodologia de ensino por investigação os alunos foram capazes de utilizar o que aprenderam para pensarem em maneiras diferentes de classificar materiais, ou seja, por meio dos conhecimentos físicos, encontraram relações/aplicação para o conhecimento físico como uma forma de ampliar seu sentimento de realidade sobre o mundo através deste conhecimento. Nesse sentido, a SEI contribuiu para que o aprendizado fosse desenvolvido através de processos mais significativos para os estudantes.

Discussões como a denominação de *“ferromagnéticos”* para materiais que são atraídos por ímãs, *“condutores”* para materiais que conduzem eletricidade e *“isolantes”* para os não condutores de eletricidade, além da interiorização do conceito de carga, são concepções bastante presentes nas explicações de TA e TB. Isso significa que, a partir desta sequência didática, os alunos puderam introduzir/desenvolver as suas noções, conceitos e nomenclaturas do Eletromagnetismo.

4.2 O ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO NA VISÃO DOS ALUNOS

Após aplicação da SEI, os alunos responderam a um questionário que procurava discutir a visão deles sobre as atividades desenvolvidas com a metodologia de ensino por investigação.

4.2.1 Sobre a metodologia investigativa

Quando questionados sobre a visão deles para proposta de ensino investigativo os alunos expressaram resultados bastante positivos. Para TA, os resultados indicam que 66,60% consideraram que a proposta de ensino foi significativa e os outros 33,30% consideraram-na muito significativa, conforme o Gráfico 1.

GRÁFICO 1 – RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE A SEI – TURMA A



FONTE: A autora (2018).

Como observado, 66,60% dos alunos da TA indicaram que a SEI foi significativa e justificaram que: *“Desta maneira faz com que prestemos mais atenção por isso é mais fácil de aprender.”* (registro de A8) ou como disse o A8: *“Descobri coisas que eu não sabia, como que o alumínio não é atraído pelo ímã.”* Já entre as justificativas de que a SEI foi muito significativa: *“Essa sequência foi muito significativa para dar continuidade ao estudo de geradores elétricos e corrente elétrica, pois o Eletromagnetismo está presente em ambas. Um fluxo magnético resulta em um campo elétrico, fenômeno presente em geradores elétricos.”* (registro de A1).

Para TB, os resultados indicam que 58,30% consideraram a proposta de ensino muito significativa e 41,60% julgam ter sido significativa, de acordo com o exposto no Gráfico 2.

GRÁFICO 2 – RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE A SEI - TURMA B



FONTE: A autora (2018).

Para 58,30% dos alunos da TB percebe-se que a SEI foi muito significativa. Para justificar tal escolha, de acordo com o discurso, tem-se que a mesma foi causada pelo fato de que a SEI: *“É interessante, pois vimos muitas coisas sobre o Eletromagnetismo. É um assunto que eu já conhecia um pouco, mesmo assim descobri coisas que eu não sabia, como o fato do alumínio não ser atraído pelo ímã.”* (registro de B10) ou como disse o aluno B8: *“Esse tipo de aula chama a atenção e ajuda ainda mais no aprendizado sobre o conteúdo do Eletromagnetismo”*. Já entre as justificativas de que a SEI foi significativa temos que *“o que aprendendo faz parte do nosso dia a dia”* (registro de B3).

De acordo com o que foi registrado, nota-se que a metodologia de ensino por investigação teve uma aceitação muito positiva por parte dos alunos. Possivelmente, um dos motivos para a provável discrepância entre os resultados das duas turmas esteja relacionado, em sua maioria, com o modelo de ensino praticado nas aulas, assim como a abstração dos conteúdos e interesse por parte dos alunos.

4.2.1 Sobre a preferência por uma das etapas da SEI

Ao serem questionados quanto a etapa mais importante de uma SEI para a construção de conhecimentos, os alunos da turma A apresentou o seguinte resultado: 75% preferiram a etapa de demonstração enquanto os 25% restante preferiram a etapa de discussão, como pode ser visualizado pelo Gráfico 3.

GRÁFICO 3 – ETAPA INVESTIGATIVA DE PREFERÊNCIA – TURMA A



NTE: A autora (2018).

Como observado, a maioria dos alunos da TA indicou que a etapa mais importante foi a demonstração e justificaram que isso se devia ao fato de que *“com a demonstração eu soube além do que se mostrava no livro didático”* (registro de A15) ou como disse o aluno A5: *“Nas aulas práticas a gente aprende fazendo”*. Já entre as justificativas de que a etapa de preferência foi a discussão temos: *“A etapa da discussão foi a mais importante pois nela é possível ter o debate entre os colegas e também com a professora, onde são geradas muitas opiniões chegando a uma melhor conclusão sobre o tema debatido. Sem uma discussão não é possível ter essas diversas opiniões.”* (Registro de A1).

Para TB, os resultados indicam que 58,30% dos alunos preferem a etapa de discussão, enquanto 42,60% deles gostaram mais da etapa de demonstração, conforme o Gráfico 4.

GRÁFICO 4 – ETAPA INVESTIGATIVA DE PREFERÊNCIA – TURMA B



FONTE: A autora (2018).

De acordo com os dados, a maioria dos alunos da TB indicou que a etapa mais importante foi a discussão e justificaram que: *“Assim, consegui tirar dúvidas e esclarecer perguntas que surgiram durante as aulas teóricas e que foram respondidas pelo professor, mas que na prática foram esclarecidas com mais clareza”* (registro de B5). Já entre as justificativas de que a etapa foi a discussão temos: *“Porque com a discussão cada aluno coloca sua opinião e assim conseguem chegar a uma conclusão. E foi significativo, pois conseguimos lembrar de conteúdos e experiências que já foram aplicados anteriormente.”* (registro de B6).

Diante o exposto, percebemos que o interesse pelas demonstrações experimentais em sala de aula está intimamente ligado ao desenvolvimento de habilidades e competências por parte dos alunos, próprios do processo de construção de conhecimentos nas aulas de Física. De acordo com o relato dos alunos, o ensino por meio de demonstrações experimentais, além de se mostrar mais interessante do que as aulas expositivas, ainda tão predominantes no cenário escolar, possibilita exceder os conteúdos apresentados nos livros didáticos. Além disso, constata-se que os conhecimentos teóricos conjuntamente com a prática experimental auxiliam em uma melhor aprendizagem por parte dos alunos, motivo que poderia justificar a preferência dela por grande parte dos alunos da TA e uma parcela considerável de alunos da TB.

Já as discussões realizadas com os colegas de grupo e com a turma, evidenciam o quanto os alunos de TB apreciam a socialização de conhecimentos e o quanto ela é fundamental, constatação que também é evidenciada em TA, porém em menor quantidade. Ainda, esse processo de ensino-aprendizagem voltado a formulação de hipóteses por parte dos alunos para a resolução de um problema e verificação prática destas hipóteses por meio da prática experimental, realizada sempre mediante

discussões com os colegas e mediação do professor, coloca o aluno como protagonista do ensino.

4.3 ELETROMAGNETISMO NA PERSPECTIVA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: ESTABELECENDO ALGUMAS DISCUSSÕES

Pôde-se observar até aqui que o discurso dos alunos sobre a abordagem investigativa foi bastante positiva e desvelou neles atitudes de investigadores, bem como conhecimentos que antes não eram proporcionados.

De acordo com Carvalho (2016, p. 18), a metodologia de ensino por investigação se caracteriza por “um ensino cujos objetivos concentram-se tanto no aprendizado dos conceitos, termos e noções científicas como no aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica”. Assim sendo, este trabalho representa uma alternativa para a superação das concepções tradicionais de ensino, tão presentes nas salas de aula da atualidade. Além disso, por se tratar de uma metodologia ativa, o ensino por investigação estabelece o aluno como protagonista do seu aprendizado.

As metodologias de ensino investigativas, como a apresentada neste estudo, tem enfoque na aprendizagem por problema, ou seja, propõe-se um problema para que os alunos possam resolvê-lo. Essa abordagem possibilita aspectos muito positivos na medida em que, conforme Carvalho (2016, p. 2), “vai ser o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu conhecimento.”

Além disso, uma etapa fundamental para que o ciclo da aprendizagem investigativa se consolide é a sistematização do conhecimento. Ao analisar a sistematização realizada pelos alunos participantes desse estudo, verificou-se que, ao formular hipóteses para resolver o problema (seja na etapa experimental ou não), algumas das descrições apresentavam incoerências em relação ao conhecimento científico. Por vezes, o erro é encarado de maneira negativa por parte do professor. Nessa medida, Carvalho (2016, p. 3) salienta a tomada de consciência para a importância do erro na construção de novos conhecimentos. Ele cita:

É muito difícil um aluno acertar de primeira, é preciso dar tempo para ele pensar, refazer a pergunta, deixá-lo errar, refletir sobre seu erro e depois tentar um acerto. O erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio. (CARVALHO, 2016, p. 3)

Ainda nessa perspectiva, tem-se que a construção do conhecimento se desenvolve em nível real e potencial. Entende-se que o desenvolvimento real, nas palavras de Carvalho (2016, p. 4): “é aquele que já foi consolidado pelo indivíduo, de forma a torná-lo capaz de resolver situações utilizando seu conhecimento de forma autônoma”. De acordo com os dados apresentados, considera-se que, por vezes, nas diferentes etapas da sequência investigativa o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos mostrou possibilidades em nível real.

De forma geral, a presente proposta de ensino pode ser vista de maneira muito satisfatória como uma abordagem passível de implementação em sala de aula. Nessa medida, destacam-se pelo discurso dos alunos algumas possibilidades na escola que podem ser sistematizadas da seguinte forma: i) enfoque na possibilidade de um ensino personalizado (condizente com o perfil de cada turma); ii) enfoque na possibilidade de se desenvolver uma humanização da ciência, no sentido promover conexões com o processo de desenvolvimentos científico nas suas dimensões culturais e sociais; e iii) enfoque na possibilidade de interdisciplinaridade.

Possibilidades estas que se encontram em consonância quando objetiva-se a analisar os sentidos ao protagonismo dos alunos em aprender Física no Ensino Médio, ou seja, oferecer condições e estimular a construção do conhecimento científico de maneira mais autônoma por parte dos alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destacamos, ao finalizar deste estudo, sua relevância e pertinência para a formação de professores, no sentido de trazer reflexões acerca dos limites e possibilidades para o ensino do Eletromagnetismo em Física, por meio de uma metodologia ativa de aprendizagem, o ensino por investigação.

Ainda, enfatizamos que a abordagem pedagógica possibilita e desenvolve o papel protagonista por meio do discurso dos alunos no processo de ensino aprendizagem, o que auxilia na superação do ensino tradicional.

A sequência de ensino investigativa referente a temática do Eletromagnetismo contribuiu para que a construção do conhecimento se desenvolvesse em níveis real e potencial como uma possibilidade para que o indivíduo consolide sua aprendizagem, de forma a torná-lo capaz de resolver situações utilizando-se do conhecimento de maneira autônoma, além de fomentar a ideia de que o conhecimento que ainda não foi atingido encontra-se em processo e que o estudante potencialmente pode aprender pois possui o conjunto de conhecimentos e habilidades para isso.

Com efeito, a análise do discurso dos alunos evidencia a importância de introduzir atividades investigativas em sala de aula. Ao se verificar os sentidos produzidos pelos alunos para sequência de ensino, observamos que eles aprenderam novos conhecimentos, mostraram uma postura ativa e se colocaram na posição de cientistas ao resolver um problema, criar hipóteses, discutir em grupos e divulgar seus resultados.

Em perspectiva pessoal, esta proposta em termos de uma pedagogia investigativa contribui para que minha formação acadêmica se desenvolva de maneira efetiva, servindo-me de inspiração para a prática docente da Física como professora em processo de construção. Destaco, ainda, possibilidades para se analisar os sentidos atribuídos ao ensino investigativo do ponto de vista da formação de professores e que podem ser aprofundados em estudos futuros.

Resta, enfim, mencionar que este trabalho instiga a busca pela implementação de abordagens metodológicas no ambiente escolar que traduzam a ideia de ensino contextualizado, concreto, que influencie na visão de realidade dos alunos em termos físicos, mas também em termos sociais e vivenciais.

REFERÊNCIAS

ASSIS, A. K. T. **Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade**. Livraria da Física, Campinas: UNICAMP, 2010.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnologia. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BYNUM, W.. **Uma breve história da ciência**. Tradução Iuri Abreu. Porto Alegre, RS: L&PM, 2014.

CAMARGO, S. *et al.* **Controvérsias na pesquisa em ensino de física**. In: SASSERON, L. H. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

CAMARGO, F.; DAROS, T. M. V. **A sala de aula inovadora**: estratégias Pedagógicas para o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso: 2018.

CAPECCHI, M. C. V. M. **Problematização no ensino de Ciências**. In: CARVALHO, M. P. (Org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

CARDOSO, D. C.; TAKAHASHI, E. K. **Contribuições de uma Sequência Didática com Uso de um Experimento Remoto para o Ensino de Física**. In: Anais do ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017. Florianópolis: 2017.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. In: _____. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: _____. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

CARVALHO JR, G.G. **Aula de Física**: do planejamento a avaliação. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

DELIZOICOV, D. **Problemas e problematização**. In: PIETROCOLA, M. (Org.). Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. 2. ed., rev. Florianópolis: UFSC, 2005.

LUDKE, M. ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2.ed. São Paulo: EPU, 2016.

MOREIRA, M.A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

OLIVEIRA, M. S. L.; NASCIMENTO, V. B.. **Ensino de ciências por investigação: uma sequência didática para o ensino de Eletromagnetismo**. In: Anais do ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013. Águas de Lindóia: 2013.

ORLANDI, E. P. **Análise de Discurso: Princípios e Procedimentos**. 5.ed. Campinas: Pontes, 2013.

_____. **A Linguagem e seu Funcionamento: as Formas do Discurso**. 4.ed. São Paulo: Pontes, 2006.

_____. **Discurso em Análise: Sujeito, Sentido e Ideologia**. 2.ed. Campinas: Pontes, 2012.

PARANÁ, Secretaria de educação do estado do. **Diretrizes curriculares da educação básica – física**. Curitiba: SEED, 2008. Disponível em: <<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1>>. Acesso em: 30/07/18.

PÊCHEUX, M. **O Discurso: Estrutura ou Acontecimento**. 3.ed. Campinas: Pontes, 2002.

_____. **Semântica e Discurso: uma Crítica à Afirmação do Óbvio**. 4.ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2009.

_____. **Análise de Discurso: textos escolhidos por Eni Orlandi**. 3.ed. Campinas: Pontes, 2012.

PIETROCOLA, M. **Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo**. In: PIETROCOLA, Maurício (Org.). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. 2. ed., rev. Florianópolis: UFSC, 2005.

SADIKU, M.N.O. **Elementos do Eletromagnetismo**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

SASSERON, L. H. **Ensinar, aprender e avaliar em aulas de física: interagindo para construir argumentos e argumentando em favor das interações**. In: CAMARGO, S. *et al.* **Controvérsias na pesquisa em ensino de física**. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2014.

TONIDANDEL, D. A. V.; ARAÚJO, A. E. A. A.; BOAVENTURA, W. C. **História da eletricidade e do magnetismo: da Antiguidade à Idade Média**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, nº 4, 2018.

VASCONCELLOS, C. S. **Construção do conhecimento em sala de aula**. 15 ed. São Paulo: Libertad: 2004.

YOUNG, H.D; FREEDMAN, R.A. **Física III: Eletromagnetismo**. 9.ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu, Daniela Vanessa Arndt, estudante de graduação, e Leandro Palcha, professor da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando o(a) aluno(a) sob sua responsabilidade a participar de um estudo intitulado “Ensino de Eletromagnetismo por Investigação”, com fins de analisar como os argumentos dos alunos podem contribuir para o desenvolvimento de explicações para os conteúdos científicos.

a) O objetivo desta pesquisa é analisar, em aulas de Física, a formação científica de alunos e faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Ciências Exatas.

b) Caso você autorize o aluno participar da pesquisa, será necessário que ele apresente e discuta argumentos sobre temas que envolvem o ensino de Física na escola.

c) Os benefícios esperados com essa pesquisa são que as atividades envolvendo a argumentação podem contribuir para os alunos se expressarem e interagirem com os professores durante as aulas.

c) Não haverá nenhum risco e nenhum gasto para a participação na pesquisa.

d) Os pesquisadores Daniela Vanessa Arndt e Leandro Palcha, responsáveis por este estudo, poderão ser localizados na Rua Pioneiro, 2153, Dallas, UFPR – Palotina, Bloco Didático III, sala 4, tel (44) 3211-8580 entre 13h30 às 17h30 para esclarecer eventuais dúvidas que o(a) senhor(a) possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

e) A sua participação neste estudo é voluntária e se o(a) aluno(a) não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.

f) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a identidade do(a) aluno(a) seja preservada e mantida sua confidencialidade.

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei que o(a) possa participar. Eu entendi que ele é livre para interromper a participação a qualquer momento sem justificar sua decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

Palotina, 22 de agosto de 2018.

Nome do Aluno Participante

Assinatura do Responsável Legal

Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE

APÊNDICE 2 – ROTEIRO DAS AULAS

Nome:_____ **Data:**_____.

ROTEIRO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

A) PROCEDIMENTOS:

- Reúna-se em grupos de até cinco alunos
- Deixe sobre a mesa apenas caneta, lápis e borracha
- Leia as instruções de cada atividade antes de realizá-la
- Discuta hipóteses apenas com os integrantes do seu grupo
- Escreva as hipóteses abaixo de cada atividade
- Aguarde o momento para divulgar suas hipóteses e discuti-las com a turma

B) ATIVIDADES

1. APRESENTANDO O PROBLEMA

Você e seus colegas precisam explicar para a turma como é possível classificar diferentes materiais como, por exemplo, placas de ferro, alumínio, plástico, papel, etc.

A seguir escreva as principais hipóteses construídas pela sua equipe.

[illegible]

3. SISTEMATIZANDO O CONHECIMENTO

I) Faça uma representação (desenho, por exemplo) das interações entre os corpos que foram observadas por você durante a realização do experimento.



II) A partir desta sequência de ensino, escreva com suas palavras, como os conceitos estudados no eletromagnetismo contribuem para a classificação de diferentes materiais como, por exemplo, placas de ferro, zinco, plástico, papel, etc.

APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO

QUESTIONÁRIO

1) Considerando as aulas anteriores de Física, o que você achou desta sequência de ensino investigativa?

() MUITO SIGNIFICATIVA () SIGNIFICATIVA () POUCO SIGNIFICATIVA () INSIGNIFICATIVA

Por quê?

[illegible]

2) Com relação a construção dos conhecimentos, qual das etapas da sequência de ensino investigativa foi mais importante para você?

() PROBLEMATIZAÇÃO () DEMONSTRAÇÃO () DISCUSSÃO () SISTEMATIZAÇÃO

Por quê?

[illegible]

3) O que você não sabia e aprendeu sobre os conceitos de eletromagnetismo durante a sequência de ensino investigativa?

4) Como foi construir as explicações científicas com auxílio de demonstrações científicas?

5) Considerando seus conhecimentos após a sequência de ensino investigativa, qual é a importância do eletromagnetismo no cotidiano? Por quê?
